Aus der Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten der
Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. med. H. S c h u e r m a n n

Über Strahlenschädigung der Zähne und der Kiefer

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius - Maximilians - Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
R u d o l f S c h m i d t
aus W o r m s / Rhein

Würzburg 1956

Aus der Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten der
Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. med. H. S c h u e r m a n n

Über Strahlenschädigung der Zähne und der Kiefer

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius - Maximilians - Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
R u d o l f S c h m i d t
aus W o r m s / Rhein

Würzburg 1956

Tag der mündl. Prüfung:
24. Mai 1956

Referent: Privatdozent Dr. med. G. B o n s e

Korreferent: Professor Dr. med. H. W o l f

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

Meiner Mutter in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

		Seite
I.	Allgemeine Einleitung	5
II.	Allgemeines über Strahlenschädigung, besonders des Skeletsystems	6
III.	Tierexperimentelle Grundlagen	8
IV.	Schädigung der Zähne und des Kiefers	10
	A) 1. bei zahnärztlichen röntgendiagnostischen bzw. therapeutischen Maßnahmen	
	2. Ergänzende Bemerkungen über Röntgenschädigung des Zahnarztes	
	B) bei Bestrahlung anderer, in diesem Bereich lokalisierte Krankheitsprozesse	
V.	Über gewerbliche Strahlenschädigung der Zähne	22
VI.	Maßnahmen zur Prophylaxe von Strahlenschädigung der Zähne und Kiefer	23
VII.	Zusammenfassung	26
VIII.	Literatur	30

I. Allgemeine Einleitung.

Die moderne Medizin bedient sich der Röntgenstrahlen in vielen Fächern sowohl in diagnostischer als auch in therapeutischer Hinsicht. Seit ihrer Entdeckung durch R ö n t g e n im Jahre 1895 ist eine stete Fortentwicklung zu verzeichnen, die noch lange nicht abgeschlossen sein dürfte. Eine Großzahl von pathologischen Erscheinungen im menschlichen Organismus wurde erst durch diese Strahlen bei diagnostischer Anwendung bekannt und damit einer entsprechenden Behandlung zugängig gemacht. Dient die Röntgendiagnose zur Sichtbarmachung eines Krankheitsherdes einerseits, so beruht die Röntgentherapie anderseits auf der Fähigkeit der Strahlen, in die Zellen einzudringen, sie in ihrem Wachstum zu hemmen oder auch völlig zu zerstören. In der Röntgentherapie ist die Tiefenwirkung der Röntgenstrahlen bekanntlich von Faktoren abhängig, die jeweils der Tiefenlage des zu bestrahlenden Krankheitsherdes angepaßt werden. Durch unsachgemäße Anwendung der Röntgenstrahlen kann es zu örtlichen, wie auch zu erheblichen Allgemeinschädigungen, kommen. Die Allgemeinschädigung geht bekanntlich einher mit Müdigkeit, Appetitlosigkeit und Depressionsgefühlen; dieser Symptomkomplex wird Röntgenkater genannt. Außerdem zeigen sich charakteristische Veränderungen im Blutbild.

Durch Unkenntnis der biologischen Wirkung der Röntgenstrahlen kam es schon kurze Zeit nach deren Entdeckung zu schweren Schädigungen durch diese Strahlen, denen viele Ärzte und Schwestern noch nach Jahren als Folge maligner Entartung örtlicher Schädigungen oder auch durch die durch die Einwirkung der Röntgenstrahlen entstandenen Allgemeinschädigungen (Leukopenie - Leukämie) erlagen. Späterhin, als es gelungen war, dosimetrisch präziser zu arbeiten, sind sowohl Früh- als auch Spätschäden auf ein Mindestmaß beschränkt geblieben.

Auch der Staat sucht übrigens durch entsprechende gesetzliche Bestimmungen den mit Röntgenstrahlen in Verbindung kommenden Personenkreis vor Schäden zu schützen.

II. Allgemeines über die Strahlenschädigung des Knochens.

Sowohl bei Jugendlichen als auch bei Erwachsenen kann es zu Wachstumsschädigungen des Skeletsystems durch die Einwirkung der Röntgenstrahlen kommen. Das im Wachstum befindliche Skelet ist bei Einwirkung großer Röntgendosen besonders gefährdet. Schon intrauterin werden durch Röntgenbestrahlungen schwangerer Frauen Skeletmißbildungen, d.h. Entwicklungshemmungen beobachtet, von denen nur die Mikrocephalie und Mikromelie erwähnt seien. Die schädigende Wirkung der Röntgenstrahlen betrifft in diesen Fällen speziell den embryonalen Aufbau des Skeletsystems.

Bei Kindern führen Röntgenbestrahlungen hoher Dosierung zu Störungen der Knochenentwicklung, zu verspätetem Auftreten der Knochenkerne, sowie zu Wachstumsstörungen, als deren Folge meistens Verkürzungen der Extremitäten auftreten. Als Zeichen einer chronischen Schädigung kommt es zu Haut- und Knochenveränderungen, die sich einerseits in der Art einer straffen sklerodermieartigen Atrophie der Haut, anderseits in einer auffallenden Verminderung der Spongiosabälkchen darstellen. Außer den schon genannten Extremitätenverkürzungen werden ferner, je nach Lokalisation des Bestrahlungsfeldes, Unterentwicklung einer Thoraxhälfte, Wachstumshemmungen im Beckenbereich und des nahe liegenden Oberschenkelskelets, Hypoplasien der Brustwirbelsäule, Veränderungen der Maxilla im Sinne einer Unterentwicklung festgestellt. Selbst deutliche Knochendellen am Schädeldach werden nach Röntgenbestrahlungen im Bereich der Kalotte beobachtet. Eine besondere Gefahr bei der Strahlenbehandlung besteht in der Möglichkeit einer Tumorentwicklung im jugendlichen Alter. Entsprechende Untersuchungen führten zu der Erkenntnis, daß hochdosierte Röntgenbestrahlungen von tuberkulös verändertem Gewebe besonders leicht zu einer bösartigen Umwandlung führen können. Das einschlägige Schrifttum bestätigt, daß nach Bestrahlungen tuberkulöser Prozesse im Kindesalter mehrfach eine Sarkombildung eingetreten war. Im Gegensatz zum wachsenden Knochengewebe mit einer relativ großen Strahlensensibilität, besitzt das ausdifferenzierte Knochengewebe eine solche

weit geringeren Ausmaßes. Aber auch an letzterem werden ebenfalls Bestrahlungsschäden verzeichnet. Als Beispiel sei eine ausgedehnte Knochennekrose des Schädelknochens nach Röntgenbestrahlung der Schädelkalotte (B a l l i und B a r a b a n t i - S i l v a) sowie Knochennekrosen im Ober- und Unterkieferbereich genannt, als deren Ursache mangelnde Kenntnis in der Anwendung der Röntgenstrahlen anzusehen ist. Die Ursache der Knochenbrüchigkeit nach Röntgenbestrahlungen ist nicht allein in einer Ernährungsstörung infolge Gefäßsklerose, sondern auch in einer gleichzeitigen Schädigung der Osteoblasten zu suchen. Es entsteht eine Störung des Gleichgewichtes im Knochenab- und -anbau.

Bei Überdosierung (Strahlenbehandlung maligner Tumoren) kommt es nicht zu einem völligen Verschwinden der Osteoblasten, sondern nur zu einer zeitweisen Schädigung ihres Aufbauvermögens. Die Applikation entsprechend hoher Dosiswerte führt dagegen zur vollständigen und dauernden Vernichtung der Osteoblasten.

III. Tierexperimentelle Grundlagen über Schädigung der Zähne und des Kiefers.

Die Versuche von P e r t h e s , F ö r s t e r l i n g , L e i s t , L ü d i n und M ü l l e r waren für das Erkennen der Strahlenwirkung wichtig. So berichten die genannten Autoren, daß bei allen diesen Versuchen an jungen Tieren Wachstumshemmungen auftraten. L e i s t be-

strahlte mit 15 HED lediglich die Schnauze von jungen Ratten unter Abdeckung des Rumpfes und stellte eine schwere Schädigung der Odontoblasten an dem immer wieder wachsenden Nagezahn fest. Die Bildung von Dentin kam fast zum Erliegen, eine Veränderung am Schmelz und Zement, sowie deren Zellen, war jedoch nicht zu erkennen.

Histologisch fand L e i s t an der Wand der Pulpakammer und des Wurzelkanales nischenförmige Einbuchtungen, in denen degenerierte Odontoblasten auftraten. Das Längen- und Dickenwachstum des Zahnes war zurückgeblieben. Bei einem weiteren Versuch mit jungen Hunden wurden die Zähne eines Tieres während der Dauer von 10 Wochen mit 30 - 45 HED ungefiltert bestrahlt. Eine allgemeine Wachstumshemmung der Zähne, besonders an Krone und Wurzel ersichtlich, war die Folge davon.

Das histologische Bild zeigte Veränderungen in der Anordnung der Odontoblasten und in der Form der Kerne. Letztere lagen wirr durcheinander und waren geschrumpft. Ein Netzwerk von Fäden, das zwischen ihnen zu sehen war, kennzeichnet das Stadium der retikulären Pulpaatrophie. Bei besonders starker Bestrahlung hörte das Wachstum der Zähne völlig auf, wahrscheinlich durch eine Schädigung des Periostes des Knochens. Das Knochenmark erschien vermehrt und entsprach dem Bilde des ausgereiften, bzw. wieder atrophierenden Marks. Es ist fibrös und nicht so gut vascularisiert. Das Bindegewebe der Wurzelhaut ist vermindert und aufgelockert. Bei der zweiten Dentition erfolgte der

Durchbruch der Zähne auf der bestrahlten Kieferhälfte später.

Versuche von L ü d i n und M ü l l e r erbrachten entsprechende Resultate. Auch hier führten Röntgenbestrahlungen gleicher Dosierungen zum Ausbleiben der Milchzähne, verlangsamten Durchbruch und zu Wachstumsstillstand. Außer Stellungsanomalien wurden auch bei bleibenden Zähnen Lockerung und Ausfall beobachtet. Der histologische Befund zeigte ebenfalls eine Schädigung der Odontoblasten der Keimzone mit nachfolgender Störung der Dentinbildung.

IV. Schädigung der Zähne und des Kiefers

A. 1) bei zahnärztlichen röntgendiagnostischen bzw. therapeutischen Maßnahmen.

2) Ergänzende Bemerkung über Röntgenschädigung des Zahnarztes.

B. bei der Bestrahlung anderer in diesem Bereich lokalisierter Krankheitsprozesse.

Die Erkennung und Behandlung von Krankheiten in fast allen Fachgebieten der modernen Medizin ist heute undenkbar ohne die Hilfsmittel einer exakten Röntgendiagnose sowie der Röntgentherapie.

Auch die Zahnheilkunde bedient sich der Röntgenstrahlen in diagnostischer und therapeutischer Anwendung. So darf nur daran erinnert werden, daß die Röntgendiagnostik der Zähne vielfach ein Wegweiser für die Indikation der therapeutischen Maßnahmen des Zahnarztes darstellt.

Schon kurze Zeit nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen ließ W a i k o f f die beiden ersten intraoralen Zahnaufnahmen herstellen. Die Röntgendiagnostik spielt heute in der Zahnheilkunde eine große Rolle; auf Einzelheiten soll jedoch nicht eingegangen werden. Es sei hier u.a. nur kurz die Darstellung apikaler Veränderungen des Zahnes erwähnt, desgleichen der Nachweis von Granulomen und Zysten verschiedener Genese, die vielfach als Ursache von Allgemeinerkrankungen angesehen werden. W e e k s berichtete, daß bei 1000 Röntgenuntersuchungen der Zähne 90 % derselben pathologische Veränderungen aufwiesen.

Bei allen diesen röntgendiagnostischen Maßnahmen des Zahnarztes kommen Strahlenschädigungen des Patienten selten vor, da die Expositionszeiten meist kurz sind. Mit einer Schädigung der Zähne sowohl als auch der Kiefer ist kaum zu rechnen, zumal Wiederholungen von Zahnaufnahmen selten sind.

In therapeutischer Hinsicht steht die Röntgenbestrahlung bei Osteomyelitis der Kiefer, besonders aber bei Tumoren verschiedener Genese im Vordergrund. Bei inoperablen Tumoren kann eine Wachstumshemmung bzw. Rückbildung erzielt werden, auch ist die schmerzlindernde Wirkung der

Strahlen von großer Bedeutung. Die in der Praxis immer wieder vorkommende dentitio difficilis der unteren Weisheitszähne, ein mit Schwellung und Kieferklemme einhergehender Prozess, der dem Patienten große Schmerzen verursacht, ebnet durch die Bestrahlung den Weg zum chirurgischen Eingreifen. Das Gleiche gilt für perimandibuläre Abszesse, Mundboden und Wangenphlegmone, die lebensbedrohend sind und oft aussichtslos erscheinen. Die Strahlentherapie ist hier das Mittel der Wahl.

Hier ist auch die Strahlenbehandlung der Epuliden zu erwähnen. Schon K u m e r und W o l f bedienten sich ihrer nach einer unradikalen und damit bewußt schonenden Operation mit Hilfe von Radium. Diese schonende Operation wird an der hiesigen Universitätszahnklinik bevorzugt durchgeführt. H a u n f e l d e r berichtet über ein kombiniertes Verfahren, bei dem nach den notwendigsten chirurgischen Maßnahmen eine anschließende Röntgenbestrahlung erfolgt.

Bei einem größeren Patientengut (42), das diesem Verfahren unterzogen wurde, blieben die früher oft beobachteten Rezidive fast völlig aus.

Bei den Bestrahlungsserien fanden durch Kontakt- oder auch Tiefenbestrahlung, je nach Lage des Tumors, Dosiswerte von 6 x 120, 6 x 180, 6 x 200 r oder 4 x 400 r Anwendung.

Auch die Aktinomykose im Kieferbereich wird durch die Strahlenbehandlung erfolgreich behandelt, sodaß meist kaum eine Narbenbildung auf der Wange zu erkennen ist. Weitere röntgentherapeutische Maßnahmen erfordert die

Behandlung postoperativer Komplikationen. Nachschmerzen nach schwierigen Extraktionen, Meißelungen etc. werden meist schon durch eine einmalige Röntgenbestrahlung mit 100 - 150 r beseitigt. Bei der apikalen Periostitis schlägt W y s s ebenfalls die gleichen Dosiswerte zur Schmerzbeseitigung vor, außerdem soll der Prozeß, der bei Vorhandensein eines Granuloms Komplikationen hervorrufen kann, auf seinen Herd beschränkt bleiben. Über Blutstillung durch Röntgenbestrahlung berichtet P o r d e s ; er ist der Ansicht, daß dieser Weg sicherer sei, als die Erreichung des Zieles durch medikamentöse Mittel. Alle diese erwähnten strahlentherapeutischen Möglichkeiten auf zahnärztlichem Gebiet bleiben jedoch dem Radiologen vorbehalten, der durch genaue Kenntnis der biologischen Strahlenwirkung entsprechende Dosiswerte anwendet, sodaß Strahlenbeschädigungen kaum eintreten.

Hier darf ergänzend über Röntgenschädigungen, die den Zahnarzt betreffen, hingewiesen werden. Durch die oft täglich vorkommenden Röntgenaufnahmen von Zähnen und Kiefer ist der behandelnde Zahnarzt, wie auch das Hilfspersonal, im Laufe der Zeit in weit stärkerem Maße den Röntgenstrahlen ausgesetzt. Obwohl es sich nur um geringe Strahlenwerte handelt, können sie sich im Laufe der Zeit durch Kumulation, im Sinne einer Allgemeinschädigung auswirken.

Röntgenschäden bei Zahnärzten werden in einer neueren Publikation beschrieben, wobei Erfahrungen berücksichtigt werden, die sich über einen Zeitraum von 4 - 30 Jahren

erstrecken. Die Ursache dieser lokalen Röntgenschädigungen lag meist darin begründet, daß der betreffende Zahnarzt bei intraoralen Aufnahmen den Film selbst mit der Hand hielt, statt dies dem Patienten zu überlassen. Die lokale Röntgenschädigung betrifft fast durchweg Daumen, Zeige- und Mittelfinger; sie zeigt sich zunächst durch Austrocknung und Schuppenbildung der Haut, der Verhornung und Verfärbung der betreffenden Stellen nach einer gewissen Zeit folgt. Es kann hierbei zu einer Radiodermatitis chronica mit späterer Carcinomentwicklung kommen. Bei rechtzeitigem Erkennen einer beginnenden Schädigung wird als therapeutische Maßnahme die Pinselung mit Jod bzw. Alkohol vorgeschlagen. Sofern die Ulzerationen nicht abheilen, ist oftmals die Amputation des betr. Fingergliedes notwendig. Eine Strahlenbehandlung wird wegen der bereits erhaltenen großen Strahlenmengen abgelehnt. Als prophylaktischer Schutz ist die Verwendung bleigeschützter Handschuhe angegeben.

Die genauen Untersuchungen R o n a 's ergaben ebenfalls, daß Arzt und Personal, die mit bestimmter Körperpartien in den Strahlenkegel hineingeraten, Röntgenschädigungen durch Kumulation ausgesetzt sind.

Aus den dargelegten Gründen kann, trotz der angeführten Gefahrenmomente, die Zahnheilkunde weder auf Röntgendiagnostik noch Röntgentherapie verzichten. Es ist daher auch nicht verwunderlich, wenn aus der Frühzeit, sowohl diagnostischer als auch therapeutischer Anwendung der Röntgenstrahlen auf zahnärztlichem Gebiet, über Schädigungen berichtet wird.

Wie die in der Literatur vorkommenden Mitteilungen beweisen, sind beim Menschen nach therapeutischen Röntgenbestrahlungen Schädigungen des Kieferknochens und der Zähne möglich. Spätschädigungen des Kieferknochens beim Erwachsenen lassen die Ansicht von der geringen Strahlenempfindlichkeit des ausgereiften Knochens als nicht richtig erscheinen. Maßgebend ist die zur Anwendung gebrachte Dosis. Bei der Schädigung des Knochens durch Einwirkung der Röntgenstrahlen handelt es sich um eine Störung im Zusammenspiel der Osteoblasten-Osteoklasten einerseits, und um eine Gefäßschädigung anderseits. Der im Wachstum befindliche Knochen ist empfindlicher als der ausgereifte. F ö r s t e r l i n g lehnt daher auch strahlentherapeutische Maßnahmen beim Kinde ab, es sei denn, es handelt sich um maligne Erkrankungen, die auf andere Weise nicht behandelt werden können.

Intrauterine Schädigung.

L e i s t publizierte Erfahrungen über Bestrahlungen an schwangeren Frauen (mens 2 - 3). Hierbei zeigte sich später in mehreren Fällen, daß die Dentition beim Kinde verzögert war. Leist konnte allerdings nicht feststellen, ob diese Verzögerung als allgemeine Entwicklungshemmung oder als direkte Röntgenschädigung zu betrachten war. Einen weiteren Fall einer ausgesprochenen intrauterinen Schädigung, bei dem die Verhältnisse anders gelagert waren, führt H e r z o g an.

H e r b s t berichtete über die Schädigung eines Zahnes beim bleibenden Gebiß eines Kindes. Das Kind wurde im Alter von 4 Jahren wegen eines Hämangioms bestrahlt. Durch Überdosierung trat eine Röntgenschädigung der Oberlippe auf, die eine spätere Plastik erforderte. Während des Zahnwechsels wurde bei dem nunmehr neunjährigen Kind ein Prämolar mit zwerghaftem, verkümmertem Wuchs festgestellt. Da die Prämolaren mit 4 Jahren zu ossifizieren beginnen, ist anzunehmen, daß eine Keimschädigung derselben durch die Bestrahlung die Ursache der Verkümmerung war.

L e i s t prüfte nun solche Dosiswerte, die therapeutisch zur Anwendung gelangten. Soweit sich dieselben in normalen Grenzen bewegten, war lediglich eine Herabsetzung der Vitalität der Pulpa festzustellen. Bei großen Dosiswerten fehlte in einem Fall die elektrische Reizbarkeit der Pulpa. Der betreffende Kranke wurde wegen eines Carcinoma epipharyngis während der Dauer von 8 Monaten mit 182 H bestrahlt. Leist meint, daß eine mögliche Schädigung der Pulpa vorliegen konnte. Odontoblasten und Pulpazellen können schon geschädigt sein, während der Nerv noch auf elektrischem Reiz reagiert.

Eine weitere Schädigung der Zähne durch Röntgenbehandlung bei Hypertrichosis führt T h ü m m e l an. Im Jahre 1921 wurd eine 21-jährige Patientin mit einer Massivdosis bestrahlt. Danach zeigte sich eine starke Schwellung der Zunge, zu der am 9. Tage erschwertes Schlucken hinzukam. Excoriation der Wangenschleimhaut mit starker Salivation

folgte drei Tage später. Am 14. Tage entstand ein gegen die Umgebung sich absetzendes Erythem, das am Ende des 3. Woche der Bestrahlung zurückging. Die Patientin klagte in der Folgezeit über eine quälende Trockenheit im Munde. Nach etwa einem Jahr bildete sich wiederum eine starke Rötung der Mundschleimhaut, die Zähne bedeckten sich mit schmierigen Belägen und die Speichelbildung ging zurück. Einige Zähne waren gelockert, und bei einer genaueren Untersuchung wurden 18 kariöse Stellen festgestellt. Im besonderen waren die Molaren buccal völlig zerstört. Auch die Eck- und Schneidezähne konnten später nicht mehr erhalten werden. Die Zerstörung der Zähne, so nimmt der genannte Autor an, muß mit der Röntgenbestrahlung in Verbindung gebracht werden.

L ü d i n und M ü l l e r berichteten von einem 45-jährigen Patienten, der wegen eines Oberkiefertumors bestrahlt wurde. Nach der Bestrahlung zeigten sich die üblichen Folgeerscheinungen wie Epidermitis, Mukositis, mangelhafte Speichelsekretion. Drei Monate später trat eine hochgradige Veränderung der Zähne auf, die im Strahlenkegel lagen. Weiche und bröckelige Stellen an den Kronen sowie flächenhafte Schmelzdefekte an den braun-verfärbten Stümpfen wurden festgestellt. Das Röntgenbild wies eine normale Knochenstruktur auf. Der histologische Befund ließ Veränderungen am Zement des Zahnes, Pulpa, Wurzelhaut sowie an den bereits vorhandenen Kariesherden erkennen. Die Pulpa zeigte degenerative Vorgänge in ungewohntem Maße. Sie hatte sich in fibrilläres Bindegewebe umgewandelt, das ganz unregelmäßig Hartsubstanz bildete, die zapfenförmig an das Dentin

angelagert war. Der Wurzelkanal war erweitert, da Teile des Dentins zur Resorption kamen. Die Odontoblasten gingen unter dem Bild einer Vakuolendegeneration zu Grunde und verschwanden meistens ganz. Außerdem traten in der Pulpa zahlreiche Verkalkungen auf. Das Periodontium baute das Zement in resorptiver Weise ab, sodaß die Wurzeln wie angenagt aussahen.

L e i s t hat ähnliche Ergebnisse in seinem früher erwähnten Rattenversuch festgestellt, wo am konvexen Teil des Nagezahnes die histologischen Veränderungen am deutlichsten auftraten. Auch hier waren diese Anteile der Bestrahlung am stärksten ausgesetzt.

G o t t h a r d teilte Beobachtungen über einen Patienten mit, der 21 Monate lang mit 21 HED (zinkgefiltert) und 4 HED (aluminiumgefiltert) wegen tuberkulöser Halsdrüsen bestrahlt wurde. Es kam zur Bildung eines chronisch indurierenden Hautödems, straffer sklerodermieartiger Atrophie der Haut im Bereich der Unterkiefergegend, Heiserkeit, Trockenheit des Mundes und Ulzerationen der Mundschleimhaut. Die Zähne des Ober-, aber noch mehr des Unterkiefers waren mehr oder weniger zerstört und fast völlig vom Schmelz entblößt. Gotthard lehnt die Möglichkeit einer primären Schädigung der schmelzbildenden Ameloblasten ab, ebenso eine solche der Odontoblasten, die die Dentinbildner sind, weil eine Schädigung der letzteren nicht zum Abfall des Schmelzes führen könne. Er glaubt

vielmehr an eine sekundäre Schädigung, hervorgerufen durch mangelnden Speichelfluß und die dadurch bedingte abnorme chemische und bakterielle Zusammensetzung des Speichels. Allerdings müßte dann die Schädigung an allen Zähnen zu finden sein, sie trat aber nur da auf, wo die Strahlen unmittelbar eingewirkt hatten.

S t a r k veröffentlichte einen Fall einer partiellen Nekrose des Mittelteils des processus alveolaris des Unterkieferknochens. Die 42 jährige Patientin, die zur Entfernung lästiger Flaumhaare in Behandlung kam, erhielt auf jede Hautstelle innerhalb von 1 1/2 Jahren 5 mal die HED. Eineinhalb Jahre nach Beendigung der Behandlung zeigte sich, daß eine Schädigung des Unterkiefers eingetreten war. Eine nachfolgende Resektion des Alveolarfortsatzes führte zu langwieriger Behandlung und Komplikationen.

S a l m a n , J r v i n g und K a u f m a n teilten ihre Erfahrungen über Kiefernekrose durch intensive Bestrahlung eines Mundbodenkarzinoms mit. Die genannten Autoren nehmen an, daß das Entstehen der Nekrose durch entzündliche Kieferherde begünstigt wurde. Sie verlangen daher vor der Bestrahlung eine gründliche Sanierung der Zähne. Nach der Bestrahlung darf keine aktive Behandlung mehr vorgenommen werden.

D e l R e g a t o stellte fest, daß Zahnerkrankungen mehr oder weniger starken Grades nach Röntgenbe-

strahlungen bei Carcinom der Mundhöhle, Larynx oder Pharynx vorgekommen waren. Er ist jedoch der Ansicht, daß eine indirekte Einwirkung vorliegen müsse, da die Zähne nicht immer direkt von den Strahlen getroffen wurden. Es bildete sich meist eine oberflächliche Zahnhalskaries, der später Nekrosen des Kiefers folgten, die oft letal ausgingen. Zur Vermeidung dieser Komplikationen schlägt der Genannte ausgedehnte Extraktion der Zähne vor.

R y f f e l nimmt an, daß die durch Röntgenbestrahlung entstandenen Unterkiefernekrosen größtenteils durch eine Gefäßschädigung bedingt sind.

J ü n g l i n g erwähnte einen Kranken, bei dem der Unterkiefer vom Kinn und Submaxillardrüsen her im Laufe von 4 Monaten mit je 4 HED bestrahlt wurde. Drei Monate später stellten sich Zahnschmerzen ein, die die Extraktion notwendig machten. Späterhin erfolgte Sequesterbildung. Durch die übermäßig hohe Dosierung und Kumulierung der von verschiedenen Seiten applizierten Strahlen auf den Kieferknochen und den processus alveolaris erfolgte offensichtlich eine Schädigung der entsprechenden Skeletanteile.

R a h m berichtete von einer weiteren Schädigung des Kiefers. Ein 68 jähriger Mann wurde wegen Unterlippenkarzinom operiert und danach mit 7 HED innerhalb eines Jahres bestrahlt. Als Folge der Bestrahlung konnte nach zwei Jahren ein indurierendes Ödem beobachtet werden, das

zur Schwellung der entsprechenden Gesichtshälfte führte. Abszeßbildung mit Fisteln folgte. Das Röntgenbild zeigte eine Osteomyelitis der Mandibula mit einer diffusen Veränderung des Knochens ohne scharfe Demarkation. Einige Zeit später ließ ein weiteres Röntgenbild erkennen, daß sich ein Sequester abzustoßen begann. Der Knochen sklerosierte diffus in großer Ausdehnung, eine Bälkchenzeichnung war nicht mehr festzustellen. Der Prozeß umfaßte den Teil der Mandibula, der im Strahlenbereich gelegen war. Es lag kein Grund vor, eine hämatogen entstandene Osteomyelitis anzunehmen.

Der genannte Autor ist übrigens der Auffassung, daß die Lehre von der geringen Radiosensibilität des reifen Knochens falsch sei. Es handelte sich hier um den seltenen Fall einer primären Röntgenspätnekrose der Mandibula. Bei annähernd intakter Haut erkrankte primär der Knochen.

Über eine schwere Nekrose des Unterkiefers berichtete E s s e r . Ein Patient, der vor 18 Jahren wegen Hypertrichosis von einem Röntgenfacharzt mit sehr hohen Dosiswerten bestrahlt worden war, wies an der bestrahlten Stelle des Unterkiefers geschwürige Veränderungen der Haut mit Nekrosen auf. Im Kinngebiet war ein breiter Substanzverlust zu erkennen. Der Patient verstarb nach erfolgter Operation durch Embolie. Es wird angenommen, daß manche Patienten eine besondere Strahlensensibilität am Unterkiefer besitzen.

O c h s e n erwähnt eine Strahlenschädigung des Unterkiefers bei einer 33-jährigen Patientin, die ein gesundes Gebiß hatte und wegen einer "Sykosis" eine Epilationsbestrahlung erhielt. Durch Übergreifen eines infektiösen Prozesses auf Periost und Knochen, auf dem Wege über das geschädigte Periodontium, kam es zu einem schweren Kombinationsschaden. Durch seine biologische Beanspruchung ist das Periodontium Schädigungen bakterieller und mechanischer Art besonders ausgesetzt. Durch große Röntgendosen, so schließt dieser Autor, können schwere Kombinationsschäden hervorgerufen werden, insbesondere durch die verminderte Resistenz der betreffenden Skeletanteile.

Z ö l l n e r vertrat die Ansicht, daß die im Anschluß an die Bestrahlung auftretende Osteoporose nicht durch allgemeine Ernährungsstörungen bedingt sei, sondern auch eine Schädigung der Osteoblasten bzw. Osteoklasten darstelle. Es tritt eine Störung im Knochenan- und -abbau ein. Die Osteoblasten scheinen bei einer geringen Überdosierung nur zeitweise geschädigt zu sein. Trotz Osteoporose geheilte Spontanfrakturen sprechen dafür. Erst bei einer größeren Überdosierung kommt es zur völligen Vernichtung der Osteoblasten.

V. Über gewerbliche Strahlenschädigung der Zähne und der Kiefer.

Bei einer Besprechung der Strahlenschädigung der Zähne und Kiefer darf auch auf die Möglichkeiten der

gewerblichen Strahlenschädigung durch Einwirkung radioaktiver Substanzen hingewiesen werden.

L e i s t stellte anläßlich einer Untersuchung von Arbeiten in einem Röntgenröhrenwerk fest, daß bei einem Großteil von ihnen Pulpaschädigungen bei sonst völlig gesundem Gebiß vorlagen. Die Pulpen degenerierten ohne entzündliche Erscheinungen. Bei solchen Arbeitern, deren Gesicht besonders den Röntgenstrahlen ausgesetzt war, mußten Frontzähne und in einem Fall Molaren extrahiert werden, da starke periodontitische Schmerzen auftraten. Die übrigen Zähne zeigten eine starke Herabsetzung ihrer Vitalität.

Ferner erwähnt H o f f m a n n , zitiert nach Leist, gewerbliche Kieferschädigung durch radioaktive Einwirkung. So brachten zwölf Arbeiterinnen einer amerikanischen Uhrenfabrik, die die Zifferblätter mit einer aus $ZNSO_4$, Radium, Mesothor und Radiothor bestehenden Leuchtfarbe bemalten und den Pinsel mit den Lippen spitzten, ständig kleinste Mengen radioaktiver Substanz in die Mundhöhle. Innerhalb von 3-7 Jahren kam es dadurch zu Nekrosen der Alveolarränder, Lockerung und Ausfall der Zähne oder zu Totalnekrosen des Kiefers.

VI. Maßnahmen zur Prophylaxe von Strahlenschädigung der Zähne und Kiefer.

Eine zahnärztliche Behandlung während einer Strahlenbehandlung des Kiefers, speziell Tumorbestrahlung, darf

nicht stattfinden. Durch Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit des Körpers, insbesondere aber der Schleimhaut und des bestrahlten Kieferknochens, wäre durch eine gleichzeitige Behandlung der Infektionsmöglichkeit Vorschub geleistet. Bevor der Radiologe die erforderliche Röntgenbestrahlung einleitet, müssen unter Umständen gewisse Schäden des Gebisses beseitigt werden. Dazu gehören u.a. die Entfernung des subgingivalen Zahnsteines, Füllen kariöser Zähne, bzw. die Wurzelbehandlung pulpitischer Zähne. Zweckmäßig ist auch die Anfertigung eines Röntgenstatus, der die Verhältnisse der Zähne zum Kiefer klärt.

Auch bei Röntgen- bzw. Radiumbestrahlungen der Wangenschleimhautkarzinome kann ein ausreichender Strahlenschutz durch Abdeckung der Zähne (Bleigummi) erfolgen. Ein meistens sehr wesentlicher Strahlenschutz ist durch Tamponade zum Zwecke der Distanzierung erreichbar. Sofern bei Kindern Hämangiome im Bereich der Lippen bestrahlt werden müssen, ist durch geeignete Zentrierung des Strahlenkegels (Tangentialbestrahlung) häufig ein ausreichender Strahlenschutz möglich.

Ruhende entzündliche Prozesse an den Zähnen können durch Röntgenbestrahlung mit hohen Dosiswerten aktiviert werden. Besonders gefährlich kann sich die Situation (Kiefernekrose) entwickeln, wenn im Verlauf einer Bestrahlungsserie zahnärztliche Maßnahmen, z.B. Extraktionen, durchgeführt werden. Diese müssen vor der Strahlenbehand-

lung, bzw. wenn nicht anders möglich, nur in Ausnahmefällen, nach Vereinbarung mit dem Strahlentherapeuten, erfolgen. Der Patient muß auf etwaige Komplikationen aufmerksam gemacht werden (Merkzettel). Durch Ausschalten aller dieser Faktoren sind nachteilige Folgen zu vermeiden. Eine Zusammenarbeit zwischen Radiologen und Zahnärzten erscheint daher für ein entsprechendes Krankengut besonders nützlich.

Eigene Erfahrungen.

In den letzten drei Jahren wurden 42 Patienten mit bösartigen Tumoren im Nasen-Rachengebiet einer Röntgenbestrahlung (dies meist unter Tiefentherapiebedingungen) unterzogen. Sichere Schädigungen der durchstrahlten Skeletanteile (Zähne, Kieferknochen) konnten niemals nachgewiesen werden, speziell Kiefernekrosen. Am erstaunlichsten ist dabei vielleicht die Beobachtung bei einer Patientin, die 1950 von der Universitäts Hals-Nasen-Ohrenklinik Würzburg zur Strahlenbehandlung eines histologisch gesicherten lymphoepithelialen Tumors (Schmincke) im Epipharynx überwiesen wurde. Bei der genannten Kranken bestanden doppelseitige Halslymphknotenmetastasen (Kieferwinkel). Im Verlauf von 4 Jahren erhielten beide Kieferwinkel eine Oberflächenwirkungsdosis von je 11 150 r . Mehrfach vorgenommene Röntgenkontrollen der entsprechenden Skeletanteile ergaben keinen Anhalt für eine Röntgenschädigung. Die Patientin verstarb übrigens später an Fernmetastasen.

Zusammenfassung

Wie die Literaturübersicht zeigt, ist eine Schädigung der Zähne und Kiefer durch Einwirkung der Röntgenstrahlen möglich. Die in den ersten Jahren der Röntgenbehandlung vorgekommenen Schädigungen sind durchwegs auf Unkenntnis der biologischen Strahlenwirkung zurückzuführen. Tierexperimentelle Untersuchungen bestätigten die Möglichkeit der Schädigung im Bestrahlungsbereich, speziell von Zähnen und Kiefern.

Der Angriffspunkt der Röntgenstrahlen auf die Zähne ist an den Odontoblasten anzunehmen. Es kann zu schweren Schädigungen der Odontoblasten, speziell der Keimzone mit konsekutiver Störung der Dentinbildung und unregelmäßiger Anordnung der Odontoblasten kommen. Das histologische Bild ergibt eine Degeneration der Odontoblasten, eine Störung der Dentinbildung, sowie retikuläre Pulpaatrophie. Die Odontoblasten gehen nach dem Bilde einer Vakuolendegeneration zu Grunde. Veränderungen an Zement, Pulpa, Wurzelhaut, wie auch an bereits vorhandenen Kariesherden sind festzustellen. Die Zähne bleiben im Längen- und Dickenwachstum zurück. Die Milchzähne fehlen oder kommen nur langsam und mangelhaft zum Durchbruch. Es sind Stellungsanomalien, Lockerung der Zähne und Ausfall derselben, wie auch Wachstumsstillstand möglich.

Eine primäre Schädigung der Ameloblasten wird von vielen Autoren abgelehnt. Allgemein wird die Ansicht vertreten, daß sich die Schädigung sekundär als Folge mangelnden Speichelflusses äußert.

Die Schädigungen an Zähnen und Kiefer der Menschen gleichen im wesentlichen den im Tierversuch festgestellten Veränderungen.

Röntgenbestrahlungen im Beckenbereich bei Schwangeren führen beim Embryo unter Umständen zu einer Schädigung der Anlage von Zähnen und Kiefer. (Zwerghaft verkümmerter Wuchs derselben).

Beim jugendlichen Skelet ist die Gefahr von Wachstumsstörungen im Sinne einer Hemmung besonders groß.

Als weitere Folge hoher Bestrahlungsdosen können Kiefernekrosen entstehen, die unter Umständen zu partiellem Substanzverlust führen. Schädigungen der Kiefer selbst sind meist als Spätschädigungen anzusehen, bzw. als Kombinationsschäden durch Aktivierung entzündlicher Prozesse.

Bei Bestrahlung im Kieferbereich sind vor der Strahlenbehandlung Schäden an den Zähnen (speziell entzündliche Veränderungen) zu beseitigen, die während oder nach der Bestrahlung unangenehme Folgen zeitigen können. Bei durchzuführenden Bestrahlungen müssen Schädigungen durch entsprechende Bestrahlungstechnik weitgehendst vermieden

werden. Die Grundlage dazu ist dann jedoch in der Anwendung moderner Bestrahlungsverfahren, sowie in guter Zusammenarbeit zwischen Radiologen und Zahnarzt zu sehen, wobei insbesondere Kombinationsschäden vermieden werden können.

Im Verlauf der letzten 3 Jahre wurden bei 42 Patienten mit bösartigen Tumoren im Nasen-Rachen-Gebiet, Röntgenbestrahlungen (unter Tiefentherapiebedingungen) durchgeführt. Bei den öfters vorgenommenen Röntgenkontrollen der betreffenden Skeletanteile konnten Röntgenschädigungen, besonders Kiefernekrosen, nicht festgestellt werden.

Für die freundliche Überlassung der Arbeit und wertvolle Anregungen bei der Ausarbeitung möchte ich Herrn Privat-Dozenten Dr. B o n s e meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Ferner sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. W o l f , für die Übernahme des Korreferates besonders zu danken.

Literatur

Banaschewski, E.:	Zahnärztl. Praxis	2,		(1952)
Beck, A.:	Strahlentherapie	32,	517	(1929)
Boeck:	D.Z.M. u. Kieferheilk.	7,	H. 3	(1940)
Del Regato:	Amer. J. Roentgenol.	42,	404	(1939)
-	Ref. Zbl. f. Radiol.	31,	140	(1939)
Driak und Pape:	Z. Stomat.		616	(1946)
Esser, J.F.S.:	Rev. chir. struct.	8,	1	(1938)
-	Ref. Zbl. f. Radiol.	28,	426	(1938)
Euler, H.:	Dtsch. zahnärztl. Wschr.	35,	387	(1932)
Försterling:	Zbl. f. Chir.	19,		(1906)
-	Arch.f.klin.Chir.	81,		(1906)
Gotthard:	Verh.d.D.Röntgenges.	13,	139	(1922)
Haenisch,Holthusen, Liechti:	Einf. in d.Röntgenologie,Thieme, Leipzg.			(1940)
Haunfelder, D.:	Dtsch. zahnärztl.Zschr.	20,	1147	(1951)
Herbst, E.:	Fortschr.Zhk.	3,	867	(1927)
Herzog, J.:	Magy. Röntgen Közl.	7,	113	(1935)
-	Ref.Zbl.f.Radiol.	17,	119	(1934)
Hoffmann, A.:	Inaug.Diss., Bonn			(1930)
-	Ref. Zbl.f.Radiol.	12,	499	(1934)
Jügel, H.:	Dtsch.zahnärztl.Wschr.		1062	(1934)
Jüngling:	Strahlentherapie	15,		(1923)
Jselin:	Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen	19,	477	(1910)
Kumer und Wolf:	Z. Stomat.		1011	(1926)

Leist, M.:	Int. Radiotherapie	Bd. II	633/34	(1926/27)
-	Strahlentherapie	24,	268	(1927)
Lüdin, M. und Müller, O.:	Strahlentherapie	56,	644	(1936)
Ochsen, H.:	Z. Stomat.	32,	145	(1934)
Perthes, J.:	Arch. f. klin. Chir.	71,	955	(1903)
Rahm, A.:	Strahlentherapie	25,	338	(1927)
Raufer:	Inaug. Diss. Würzburg			(1944)
Rona,A.:	Magy. Röntgen Közl.	5,	231	(1931)
-	Ref.Zbl.f.Radiol.	12,	677	(1932)
Ryffel, W.:	Schweiz.med.Wschr.		351	(1933 I)
Salman, Irving and Kaufman:	Int. J. Orthodont.	23,	94	(1927)
Stark:	Strahlentherapie	16,	600	(1924)
Thümmel, E.:	Inaug.Diss. Tübingen			(1935)
-	Ref. Zbl.f.Radiol	21,	298	(1936)
Walkoff:	Korr.Bl.Zahnärzte	52,	307	(1928)
-	Ref.Zbl.f.Radiol.	15,	650	(1933)
Wolf, H.:	Z. Stomat.		380	(1948)
Wyss, E.:	Schweiz. med. Wschr.		176	(1933 I)
-	Schweiz.Mschr.f.Zhk.	41,	963	(1931)
Zöllner, F.:	Strahlentherapie	70,	537	(1942)

L e b e n s l a u f

Am 3. März 1912 wurde ich in Worms als Sohn des Oberapothekers Georg S c h m i d t und seiner Gattin Marie, geb. Kröhler, geboren. Nach Besuch der dortigen Oberrealschule legte ich im Jahre 1932 das Abitur ab.

Im Herbst des gleichen Jahres begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Universität Innsbruck. 1933 setzte ich das Studium in Würzburg fort, wo ich 1935 das Physikum ablegte. Nach einer einjährigen Militärdienstzeit kehrte ich nach Würzburg zurück, wo ich 1937 das Staatsexamen bestand. Zunächst als Assistent an der dortigen Zahnklinik, war ich später als praktischer Zahnarzt in mehreren Praxen Süddeutschlands tätig.

Im Jahre 1939 heiratete ich in Würzburg.

Zu Beginn des Krieges wurde ich eingezogen und war bis 1945 im Felde.

Nach Kriegsende ließ ich mich als prakt. Zahnarzt in Aschbach nieder.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe. Ein mir früher zugeteiltes Thema habe ich ordnungsgemäß zurückgegeben.

Rudolf Schmidt

RUDOLF BAEHR DRUCK- UND WERBETECHNIK
WÜRZBURG POLYPHEMGASSE 2